

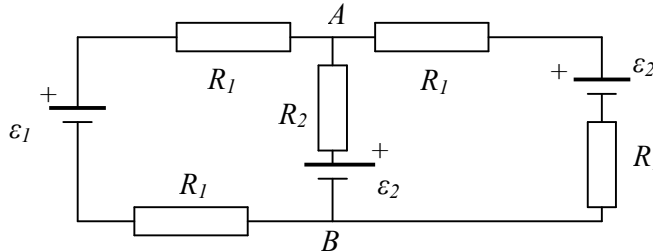
ЗАДАЦИ ЗА РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ (2010.)
III РАЗРЕД

1. Два тачкаста наелектрисања q_1 и q_2 од по $20 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ налазе се у вакуму на растојању 20 cm , на истој хоризонтали. $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$.

а) Колико ће бити почетно убрзање тачкастог наелектрисања $40 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ и масе $0,1 \text{ g}$ ако се оно постави у тачку удаљену 20 cm од сваког наелектрисања изнад поменуте хоризонтале? Сва три наелектрисања су у вертикалној равни.

б) одредити јачину поља у тачки која је на средини растојања између q_1 и q_2 .

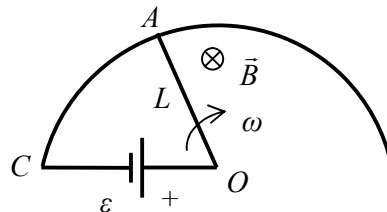
2. У колу датом на слици одредити интензитет струја у све три гране кола. Колика је разлика потенцијала између тачака А и В? $\varepsilon_1 = 2 \text{ V}$, $R_1 = 1,6 \Omega$, $\varepsilon_2 = 6 \text{ V}$, $R_2 = 3,8 \Omega$.



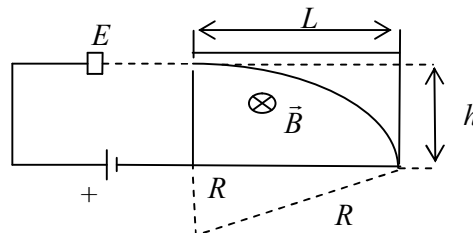
3. Проводни штап ОА, дужине L и отпора R , клизи дуж проводног полупрстена константном угаоном брзином ω . Струјно коло затвара извор ЕМС ε и унутрашњег отпора r (слика). Нормално на раван полупрстена је хомогено магнетно поље индукције B . Одредити:

а) напон између крајева штапа

б) количину топлоте која се ослободи у јединици времена на штапу. Отпор прстена је занемарљив.



4. Сноп једноструко јонизованих атома литијума Li^+ емитије се емитором Е. Затим се јони убрзавају електричним пољем пролазећи разлику потенцијала $U = 3000 \text{ V}$. Потом упадају кроз процијеп у просторију гдје постоји магнетно поље индукције $B = 3 \cdot 10^{-2} \text{ T}$, које је нормално на сноп. Колики је отклон снопа, ако је дужина просторије $L = 15 \text{ cm}$? Наелектрисање електрона је $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, а маса јона литијума је $m = 6m_p$, маса протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.



5. Када је у електричном колу прикључен отпор $R_1 = 3 \Omega$, на њему се ослободи нека снага. Ако се умјесто отпора R_1 прикључи отпор $R_2 = 1 \Omega$ онда се ослободи једнака снага. Колики је унутрашњи отпор извора?

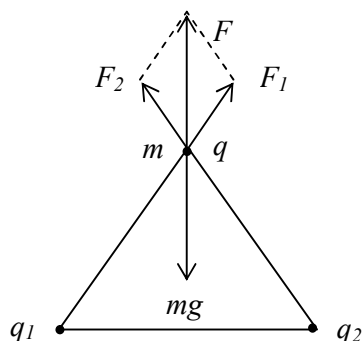
Задатке припремио: Милко Бабић

Рецензент: проф. др Милан Панџић, ПМФ Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

1.

а) На наелектрисање q дјелују три силе F_1, F_2 и mg .



Основна једначина динамике $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + m\vec{g}$

силе F_1 и F_2 су једнаког интензитета, а правца и смејра као на слици. Резултујућа електростатичка сила

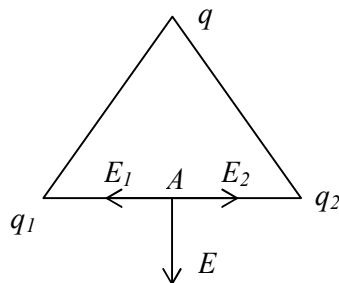
$$F_e = F_1 \cdot \cos 30^\circ + F_2 \cos 30^\circ = 2F_1 \cos 30^\circ = 2F_1 = \frac{2\sqrt{3}}{2} \cdot F_1,$$

$$F_e = \sqrt{3}F_1 = \sqrt{3}k \frac{q_1 q}{d^2} \text{ и има супротан смјер од } mg$$

$$ma = mg - F_e$$

$$a = g - \frac{F_e}{m} \quad a = g - k \frac{q_1 q}{md^2} \sqrt{3} \quad a \approx 6,7 m/s^2$$

б) У тачки А је $\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}$



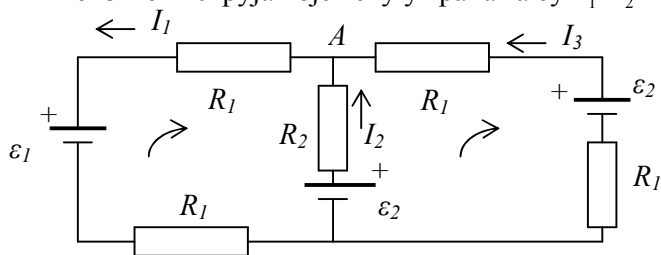
интензитети E_1 и E_2 су једнаки па је јачина поља у тачки А:

$$\vec{E}_A = \vec{E} \text{ интензитет је } E_A = k \frac{q}{\left(\frac{d\sqrt{3}}{2}\right)^2}$$

$$E_A = 12 \cdot 10^3 \frac{N}{C}$$

2.

Интензитети струја које теку у гранама су I_1, I_2 и I_3



Коришћењем Кирхофових правила добијамо следеће једначине.

$$(1) \quad I_2 + I_3 = I_1$$

$$(2) \quad \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = -I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_1 R_1 \text{ или } \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 2I_1 R_1 + I_2 R_2$$

$$(3) \quad \varepsilon_2 - \varepsilon_2 = I_2 R_2 - I_3 R_1 - I_3 R_1 \text{ или } I_2 R_2 = 2I_3 R_1$$

$$\text{из једначине (1) и (3) добијамо } I_2 + \frac{I_2 R_2}{2R_1} = I_1 \Rightarrow I_2 (2R_1 + R_2) = 2R_1 I_1 \quad I_2 = \frac{2R_1 I_1}{2R_1 + R_2} \quad (4)$$

$$\text{из (2) и (4) слиједи } \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 2I_1 R_1 + \frac{2R_1 R_2 I_1}{2R_1 + R_2} \Rightarrow I_1 = \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)(2R_1 + R_2)}{4R_1(R_1 + R_2)} = 0,81 A$$

$$I_2 = \frac{2R_1 I_1}{2R_1 + R_2} = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2(R_1 + R_2)} = 0,37 A \quad \text{из (3) слиједи } I_3 = \frac{I_2 R_2}{2R_1} = \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) R_2}{4R_1(R_1 + R_2)} = 0,44 A$$

Разлика потенцијала између тачака А и В је: $\varphi_A + I_2 R_2 - \varepsilon_2 = \varphi_B$

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon_2 - I_2 R_2 = 4,594 V$$

3.

При обртању штапа, повећава се површина контуре, односно флуks, те индукована ЕМС даје струју у смјеру супротном од ротације штапа. То значи да индуковна ЕМС има исти знак као и ЕМС извора ε . Дакле јачина струје кроз контуру ОАС је:

$$a) I = \frac{\varepsilon + \varepsilon_i}{R + r} \quad \varepsilon_i = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t} \quad \Delta S = \frac{L^2}{2} \Delta\phi$$

ΔS - пребрисана површина при закретању штапа за $\Delta\phi$.

$$\varepsilon_i = \frac{B \cdot L^2 \Delta\phi}{2\Delta t} = \frac{BL^2\omega}{2} \quad I = \frac{\varepsilon + \frac{BL^2\omega}{2}}{(R+r)} \quad I = \frac{2\varepsilon + BL^2\omega}{2(R+r)}$$

$$\text{Напон између крајева штапа } U = \varepsilon - Ir \quad U = \frac{2\varepsilon R - BL^2\omega r}{2(R+r)}$$

$$b) \text{ Снага топлотних губитака у штапу је: } P = I^2 R \quad P = \left[\frac{2\varepsilon + BL^2\omega}{2(R+r)} \right]^2 R$$

4.

Брзина јона при изласку из електричног поља износи

$$\frac{mv^2}{2} = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad m - \text{ маса јона}$$

Када јон улети у простор гдје дјелује само магнетно поље, на њега дјелује Лоренцова сила, која му саопштава центрипетално убрзање. Пошто је Лоренцова сила увијек нормална на брзину јона, путања мора бити кружница. Полупречник те кружнице је:

$$\frac{mv^2}{R} = evB, \quad R = \frac{mv}{eB} = \frac{m}{eB} \sqrt{\frac{2eU}{m}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{e}}$$

$$\text{Величина отклона снопа је: } h = R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad h = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{e}} - \sqrt{\frac{1}{B^2} (2\frac{m}{e})U - L^2}$$

$$L = 0,0176m \approx 0,02m$$

$$5. \text{ У првом случају је } I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r}, \quad \text{а у другом } I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r}$$

са друге стране, због једнаких снага ослобођених у оба случаја је:

$$I_1 = \sqrt{\frac{P}{R_1}} \quad I_2 = \sqrt{\frac{P}{R_2}} \quad \text{па слиједи}$$

$$\sqrt{\frac{P}{R_1}} = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \quad \text{и} \quad \sqrt{\frac{P}{R_2}} = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \quad \Rightarrow \quad \frac{P}{R_1} = \frac{\varepsilon^2}{(R_1 + r)^2} \quad \text{и} \quad \frac{P}{R_2} = \frac{\varepsilon^2}{(R_2 + r)^2}$$

$$P = \frac{R_1 \varepsilon^2}{(R_1 + r)^2}, \quad P = \frac{R_2 \varepsilon^2}{(R_2 + r)^2}, \quad \frac{R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{R_2}{(R_2 + r)^2} \Rightarrow \frac{R_1 + r}{R_2 + r} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

$$\text{одатле } r = \frac{\sqrt{R_1 R_2} - \sqrt{R_2} R_1}{\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}} = \frac{\sqrt{R_2} (\sqrt{R_1 R_2} - R_1)}{\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}} \quad r = 1,73\Omega$$